

Establecimiento de los factores a considerar para determinar la zona de ubicación de un puerto seco y de sus jerarquías a través de un panel DELPHI



Samir Awad Núñez

Nicoletta González Cancelas

Alberto Camarero Orive

Departamento de Ingeniería Civil. Transportes, Universidad Politécnica de Madrid, España

Recibido: 17 de mayo de 2013; Aceptado: 12 de noviembre de 2014.

Resumen

Los *puertos secos* se conciben como una solución a la situación de creciente congestión de las rutas, la escasez de espacios libres en las instalaciones marítimas y el importante impacto medioambiental de los puertos marítimos, consecuencia de la complejidad del sector del transporte y del aumento del volumen de mercancías transportado. Además, los *puertos secos* se presentan también como una oportunidad para fortalecer las soluciones intermodales que integran una cadena de transporte sostenible, enmarcadas dentro de la política de transporte de la Unión Europea. Sin embargo, no se aprovecha todo el potencial de estos al no existir una metodología de planificación de uso sencillo y resultados claros que ayuden a la toma de decisiones sobre su emplazamiento óptimo. Así, el objetivo de esta investigación es reunir el conjunto de factores que se deben tener en cuenta para definir la zona de implantación de un *puerto seco*. De igual modo, se establece la importancia de cada uno de estos factores utilizando un proceso de comunicación grupal, mediante un DELPHI, cuyo propósito es la consecución de un consenso basado en la discusión, a partir elaboración de un cuestionario que ha de ser contestado por un panel de expertos en planificación territorial. Recogiéndose del estudio resulta que los factores a los que se da mayor importancia son los relacionados con la accesibilidad territorial.

Palabras clave

Logística
Intermodalidad
Sostenibilidad
Puertos Secos
Delphi

Palavras-chave

Logística
Transporte Intermodal
Sustentabilidade
Portos Secos
Delphi

Abstract

Setting of factors considered when determining the location area of a dry port and its hierarchies through a Delphi methodology. Dry Ports are designed as a solution to the increasing road congestion, lack of open spaces in port installations and the significant environmental impact of seaports, due to the complexity of the transport sector and the increased volume of transported goods. In addition, dry ports are also presented as an opportunity to strengthen intermodal solutions as part of an integrated and more sustainable transport chain, defined in the European Union transport policy. However,

Key words

Logistics
Intermodal Transport
Sustainability
Dry Ports
Delphi



not all of its potential is used because there is not a planning methodology which is simple and has clear results to help decision makers to decide their optimal location. The objective of this research is to gather all the factors to be taken into account to define the construction zone of a dry port and to establish the importance of each of these factors using a panel of experts using a DELPHI questionnaire, which goal is to achieve a consensus based on the experts' discussion, following the development of a questionnaire to be answered by experts in territorial planning. The results give greater importance to the aspects considered in the classical theories of industrial location.

Introducción

En las sociedades modernas, la necesidad de transporte ha ido creciendo a medida que aumentaba su grado de desarrollo, ya que es necesario un aumento del volumen de transporte de bienes para satisfacer la demanda de las personas y las empresas (Camarero y González, 2005). Por otra parte, la estructura económica mundial, con centros de producción y consumo descentralizados, trae consigo un aumento de los flujos de carga y de las distancias de transporte de las mercancías complicando enormemente el transporte. Además, las nuevas tendencias del sector del transporte para reducir los stocks, han llevado a envíos más pequeños pero más frecuentes, complicando aún más las operaciones por la consecuente necesidad de sincronización y la presión más intensa sobre los sistemas de transporte. Rodrigue, 2006). En estas circunstancias, el transporte marítimo se ha convertido en el modo más indicado y más barato para atender las necesidades que se generan de movilidad de las mercancías a grandes distancias.

De este modo, los puertos marítimos se configuran como nodos con una importancia capital dentro de las cadenas logísticas como punto de enlace entre dos sistemas de transporte, el marítimo y el terrestre (Hesse y Rodrigue, 2006; Rodrigue, 2006; Barbero y Rodríguez, 2012). Sin embargo, como consecuencia de la complejidad del sector del transporte y del aumento del volumen de mercancías transportado, se ha llegado a una situación de creciente congestión de las rutas, la escasez de espacios libres en las instalaciones marítimas (estos dos problemas suponen, en definitiva, un aumento de los costes y un freno a la actividad económica regional) y el importante impacto medio ambiental de los puertos marítimos (Comisión Europea, 2000, 2001; Mc Calla, 2007; Roso, Woxenius y Lumsden, 2009). Para poder dar solución a estos problemas descritos, entre otras instalaciones de apoyo como pueden ser las zonas de actividades logísticas, se han desarrollado los puertos secos.

Según Camarero y González (2005), “Un Puerto Seco es una terminal intermodal de mercancías situada en el interior de un país, conectada directamente con los puertos, origen y destino de sus cargas, a través de la red ferroviaria”. Así, los *puertos secos* pueden ser considerados como una prolongación de los puertos marítimos, mejorando el acceso a los mismos y garantizando que tengan un mayor hinterland como consecuencia del aumento en la accesibilidad que producen, utilizando además el medio de transporte más sostenible y más adecuado en cada tramo (Roso, Woxenius y Lumsden, 2009).

La primera mención de los *puertos secos* en revistas especializadas relacionadas con el transporte se documenta en 1980 (Munford, 1980), mientras que en revistas científicas se remonta a 1986 (Hanappe, 1986). Sin embargo no fue hasta 20 años después cuando se recuperó el interés por el tema para dar solución a los problemas anteriormente mencionados. Los *puertos secos* se conciben como solución a los problemas de espacio y requerimientos logísticos en el funcionamiento óptimo de las cadenas

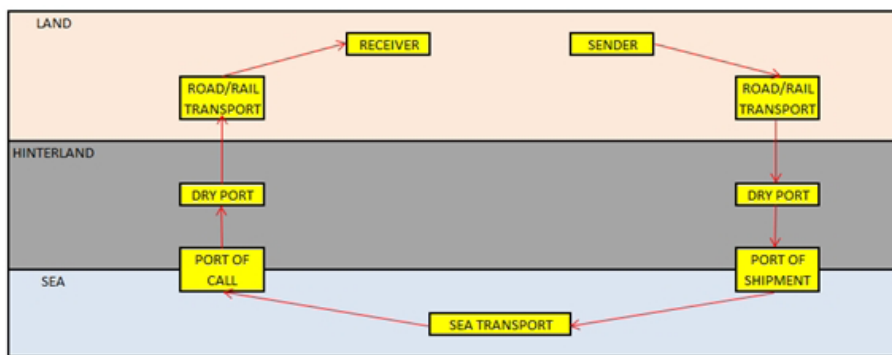


Figura 1. El puerto seco en la cadena de transporte. Fuente: Elaboración propia a partir de Jaržemskis y Vasiliauskas (2007).

logísticas integradas, descongestionando los puertos marítimos, al permitir los trámites de despacho de aduanas, los controles de seguridad, el mantenimiento de contenedores y las actividades de manipulación en sus instalaciones. Por otro lado, sirven como instalaciones de consolidación de cargas, consiguiendo economías de escala en origen (cross-docking distribution) y también como medida para mitigar los impactos medioambientales frente a la ampliación de los puertos marítimos (Roso, Woxenius y Lumsden, 2009; Jaržemskis, 2007; Notteboom, 2002).

Para los flujos de mercancías entrantes o salientes, el *puerto seco* actúa como el primer nivel de una jerarquía funcional de la cadena de transporte en el interior del país (Rodrigue, Comtois y Slack, 2009). La Figura 1 muestra el rol que desempeñan los *puertos secos* dentro de la cadena integrada de transporte, bien sea en recepción o envío de los productos:

La mercancía que suele moverse en los *puertos secos* está contenerizada, si bien cualquier mercancía es susceptible de ser transbordada en estas instalaciones. Esta característica de la mercancía supone también una ventaja para que el ferrocarril sea el medio de transporte preferido en estas instalaciones (Ballis y Golias, 2002; Kozan, 2000). Por ello, respecto a las cadenas de transporte y el enfoque intermodal que viene sustentando la UE en sus recientes políticas de transporte, existe una opinión ampliamente extendida en torno a que el ferrocarril es el medio de transporte terrestre más sostenible y debe ser potenciado (Rutten, 1998; Woxenius, 1998; Ballis y Golias, 2002; Roso, 2007; Roso, Woxenius y Lumsden, 2009; Rodrigue, Comtois y Slack (2009). Así, los *puertos secos* se presentan también como una oportunidad para fortalecer las soluciones intermodales como parte de una cadena integrada de transporte. La competencia de los diferentes modos por la distribución y la diferencia en los intereses de los diversos actores que se dan lugar en los *puertos secos* han llevado a una situación de desorden en la distribución de mercancías que refleja la necesidad de un árbitro para la planificación de estas instalaciones y una apuesta decidida por el transporte ferroviario de mercancías, incluso con infraestructura separada de la del transporte de viajeros (Hesse y Rodrigue, 2004; Roso, 2008). Sin embargo, hasta el momento se ha carecido de una herramienta adecuada de planificación de la ubicación de infraestructuras de intercambio nodal en general y de *puertos secos* en particular, a la que se pretende dar respuesta en el presente artículo.

La ubicación del *puerto seco* determina en gran medida el éxito del trasvase de mercancía de la carretera al ferrocarril. Para favorecer que se opere mayoritariamente con ferrocarril interesan *puertos secos* distantes. Roso, Woxenius y Lumsden (2009) fija esta distancia en el entorno de los 500 Km, mientras que otros trabajos fijan esta distancia en más de 750 Km (Newman y Yano, 2000).

Así, el objetivo de esta investigación es aportar un instrumento de decisión para la ubicación de *puertos secos* a partir de los factores que influyen en la misma.

La planificación territorial y los modelos de planificación de infraestructuras

La determinación de la ubicación más adecuada para situar diversos tipos de instalaciones es un importante problema geográfico, con significativas repercusiones económicas, sociales y ambientales. Desde la óptica económica, tanto si la oferta es soportada, total o parcialmente, por el Estado en sus diferentes instancias, como si cae bajo la esfera privada, la inversión realizada para *equipar* los asentamientos humanos exige una rentabilidad, sea esta económica o social. La evaluación de ella constituye un paso ineludible en cualquier sistema que persiga la eficiencia y minimice las pérdidas o el despilfarro.

La lógica limitación de los recursos lleva a buscar la mayor integración posible entre las consideraciones puramente técnicas y los costes del proyecto: esa integración se conseguía tradicionalmente con el análisis coste-beneficio. A partir de las últimas décadas del siglo XX, paralelamente a los grandes cambios que se han dado en el sistema de transporte a escala global, la variable ambiental ha cobrado mayor protagonismo en la planificación y construcción de obras de transporte (Daniele et al., 2012). Por ello, a esta evaluación se une, posteriormente, la evaluación del impacto ambiental como consecuencia de la integración en las Comunidades Europeas y de la obligación de aplicar la Directiva 85/337/CE (Aparicio, 2010). La aplicación de esta Directiva tiene una fuerte influencia sobre el conjunto del sistema de evaluación y su relación con la toma de decisiones, al contribuir decisivamente a formalizar un sistema de toma de decisiones sobre el proyecto basado en la utilización de sistemas de análisis multicriterio, en los que se integran la evaluación económica, la evaluación ambiental y los resultados de la información pública realizada a partir de la información anterior (Forrester, 2008).

Para la Comisión Europea (2010), el análisis coste-beneficio parece haberse consolidado como una metodología útil para la evaluación de alternativas dentro de una actuación individual, pero la identificación y selección de estas actuaciones precisa de instrumentos de análisis de otro tipo, aptos para la consideración del conjunto del sistema de transporte. Además, tanto el análisis coste-beneficio como el análisis multicriterio resultan ser herramientas para justificar una alternativa ya elegida (o, como mucho, valorar entre un número pequeño de ellas) más que como una ayuda para la propia decisión. Por ello, tal como exponen Bourgoin y Castella (2011) a la vista de los resultados obtenidos, la búsqueda de políticas más coherentes exigirían, más que una mayor influencia de dichas herramientas, una profunda revisión del sistema de toma de decisiones, incluyendo la incorporación de los instrumentos ligados a la evaluación estratégica en las fases iniciales de planificación, un mayor acceso de la sociedad a la información sobre los proyectos objeto de evaluación y un esfuerzo de transparencia y apertura en los procesos de diálogo y concertación.

Progresivamente va tomando cuerpo una evaluación complementaria, menos estructurada y nada formalizada, ligada a los efectos territoriales (también llamados a veces efectos indirectos) de la actuación. Si bien algunos de estos efectos se incluyen en ocasiones dentro del análisis coste-beneficio o figuran dentro del análisis multicriterio, se carece de una sistemática de análisis. Proliferan así estudios dispares, sin una metodología consolidada (Aparicio, 2010). Los efectos sobre el territorio se convierten así en la parte más incierta de la evaluación de las grandes infraestructuras de transporte.

Al ser este un problema con largo recorrido, han surgido también algunas técnicas más modernas que tratan de resolverlo pero que, sin embargo, no han terminado de tener un reflejo en la toma de decisiones por parte del Ministerio de Fomento de España para el caso español. Las más importantes que han sido aplicadas son: análisis clúster, árboles de clasificación y de decisión, análisis de escenarios futuros (simulación), DELPHI, sistemas expertos (redes bayesianas y redes neuronales artificiales) y los sistemas de información geográfica (Soler, 2013).

En este trabajo se ha seleccionado como técnica el método DELPHI con el objetivo de establecer los pesos de cada una de las variables que influyen a la hora de tomar la decisión sobre la ubicación de un *puerto seco*. Este método sigue un procedimiento prospectivo subjetivo con estricta metodología y una vasta experiencia en los más diversos ámbitos de aplicación (Rowe y Wright, 2001). Su fundamento es el análisis de las ideas de un grupo de expertos en un área del conocimiento en la búsqueda de un consenso de opiniones (Linstone y Turoff, 1975).

El problema que se pretende resolver pertenece al campo de la localización industrial, MacCarthy y Atthirawong (2003) presentan un amplio conjunto de factores que pueden influir en las decisiones de localización para actividades internacionales a partir de la consulta a un panel de expertos. Los cinco principales factores identificados que pueden influir poderosamente en las decisiones internacionales de localización en general fueron: costes, infraestructura existente, características del trabajo, factores políticos y factores económicos. Identifica además algunos subfactores de importancia creciente como la protección de las patentes, la disponibilidad de recursos de gestión y los costes de integración en el nuevo entorno. Los factores identificados tienen implicaciones en la gestión de la empresa que pretende localizarse en un lugar determinado y en la formulación de políticas de los gobiernos locales.

La teoría localización industrial como punto de partida para ubicación de infraestructuras de transporte

Los nodos de intercambio modal pueden ser tratados como *industrias* desde el punto de vista de la localización. Por ello, se toman estudios de localización industrial como base para la identificación de los factores que influyen en el modelo propuesto mediante una actualización y adaptación para un caso muy particular, ya que los *puertos secos* no son industrias al uso puesto que en ellos no se da una producción sino simplemente la distribución de diferentes mercancías. La localización óptima para una actividad industrial es aquel lugar que le proporciona a la empresa el máximo beneficio, o, para unos ingresos dados, le depara el mínimo coste (Sampedro, 1957). También comprende el estudio de los efectos del espacio sobre la organización de la actividad económica y viceversa. La localización industrial tiene implicaciones indudables en los niveles de crecimiento económico y de bienestar social a nivel territorial, por lo que cambia las condiciones del entorno y por ello no debería hablarse de puntos óptimos sino más bien de satisfactorios (Sobrino, 2001; Hormigo, 2011), que a su vez se persiguen con la instauración de *puertos secos*.

Para Costa, Segarra y Viladecans (2000) interesa destacar aquí dos aspectos relevantes de la localización industrial. En primer lugar, que las decisiones de localización difieren considerablemente según el sector de actividad de los nuevos establecimientos. En segundo lugar, que la autonomía de las empresas para decidir el emplazamiento adecuado varía considerablemente según la dimensión inicial del nuevo establecimiento.

En definitiva, existen diferentes factores que influyen en la decisión empresarial de instalarse en un lugar o trasladarse a otro. El análisis de los modelos de localización resulta interesante porque permite delimitar los aspectos fundamentales que actúan en los procesos de localización y establecer las relaciones principales entre estas variables explicativas y las decisiones finales de ubicación (Hormigo, 2011), principios que también deben regir en la instalación de un *puerto seco*.

La teoría de la localización comprende el conjunto de técnicas, métodos y modelos que permiten determinar con criterio económico la ubicación óptima de una empresa o unidad económica de producción y representa una de las cuestiones centrales como disciplina académica (Sobrino, 2001). Se pretende aplicar esta teoría a la determinación óptima de emplazamientos de intercambio nodal como son los que representan los *puertos secos*.

Aunque existen estudios anteriores acerca de la localización de actividades (principalmente agrícolas, como el de Von Thünen en 1820), Weber es considerado el padre de la teoría de la localización industrial gracias a la publicación de su trabajo (Weber, 1909), en el cual sin embargo solo se tienen en cuenta factores puramente económicos.

Como se recoge en Hormigo (2011), las diferentes visiones de la teoría han ido evolucionando y adquiriendo una mayor complejidad desde los trabajos iniciales, relacionándose con los cambios producidos en la economía y en la teoría económica, adaptándose a las variaciones estructurales de la actividad industrial. Se debe entender cada avance en esta teoría dentro de su marco histórico, sin poderlos separar del contexto social en que se inscriben (Lizano, 2008).

Para Weber (1909), el objetivo fundamental a la hora de localizar una industria es hacer mínimos los costes de producción y, en especial, los costes de transporte y de mano de obra. Más adelante, los estudios de Hottelling (1929), Reilly (1931), Christaller (1933) y Lösch (1940) incluirán en el modelo la presencia de empresas competidoras, el acceso al mayor número de competidores posible, el umbral de demanda para el que es rentable la localización, la interdependencia locacional entre estos competidores y la relación entre el tamaño de la población y el tipo de industria (Hormigo, 2011; Lizano, 2008).

En la teoría de los lugares centrales de Christaller (1933), el concepto de “alcance” relacionado con el umbral de demanda está asociado implícitamente al coste del transporte, igual que pasa en la teoría de Weber (1909). Así, los precios aumentan con la distancia hasta llegar al “alcance máximo”, punto en que ya es más rentable buscar el bien o servicio en otro lugar más cercano. Puede, por tanto, asimilarse con lo que se entiende por el hinterland del *puerto seco* (Hormigo, 2011; Lizano, 2008), por lo que se ve la analogía con el tema a tratar.

Greenhut (1956), Isard (1956) y Smith (1979) se basan en las variaciones espaciales de los costes y los ingresos considerados de forma simultánea en el tiempo, siguiendo un proceso racional de sustitución de factores con el fin de obtener la combinación más conveniente.

Smith (1979) introduce además el concepto de “valor sustraído” que consiste en los efectos negativos (polución,...) que han de ser considerados frente a los positivos y que pueden crear externalidades negativas. En definitiva, “la contribución total de las industria debe evaluarse teniendo en cuenta (además de los factores técnicos, económicos, sociales y culturales), las utilidades y desutilidades”.

Moseley (1974) apunta a las relaciones con centros financieros y de servicios. Y, posteriormente, Berry (1979) y Aydalot (1985) añaden peso a las decisiones personales (en su caso del empresario, aunque pueden considerarse en este punto también las decisiones políticas).

En los años noventa Krugman (1991) rescata elementos provenientes de diversos autores y escuelas teóricas para su teoría, según la cual tiende a consolidarse un sistema centro-periferia por el cual la región con mayores ventajas continuará atrayendo la localización de los agentes económicos en detrimento del área menos favorecida. A pesar de que algunas veces la gran ciudad no sea el emplazamiento perfecto no cabe duda que esta sigue teniendo un alto valor locacional, siendo las ciudades las que tienen un mayor volumen de empleo, de producción, de creación de nuevas empresas; así como un sistema de producción más diversificado y de mayor calidad (Sobrinho, 2001; Hormigo, 2011; Pons, 2008), importancia que no se debe obviar al tratar el tema de los *puertos secos*.

Según Hormigo (2011), los modelos con externalidades se han constituido como una alternativa lo suficientemente rigurosa para hacer frente a la teoría económica tradicional, apuntalada en la competencia perfecta y los rendimientos constantes a escala (sin tener en cuenta las economías de escala) y resultan especialmente atractivos para el análisis de la aglomeración de las actividades económicas.

Para Hesse y Rodrigue (2004), el espacio absoluto o físico constituye el factor de emplazamiento de la industria de acuerdo con dos variables (cantidad y calidad) mientras que el relativo actúa como factor de situación, interrelacionado con el anterior, según como esté afectado por la fricción de la distancia, la accesibilidad y las economías.

Así, los grandes establecimientos muestran una mayor capacidad para combinar los beneficios propios de los entornos densamente poblados y el emplazamiento de la nueva planta en los municipios vecinos que cuentan con una densidad más baja y ofrecen costes de emplazamiento más reducidos. Las pautas de localización de estos establecimientos ponen de manifiesto la existencia de un conjunto de fuerzas centrífugas que desplazan las nuevas factorías hacia municipios de menor tamaño que forman parte de la metrópoli urbana (Costa, Segarra y Viladecans, 2000).

Las grandes ciudades son los lugares de más atracción y, por ello, donde el precio del suelo y los procesos de competencia por su uso son más importantes. De ahí la salida de las industrias a la periferia, y la política de creación de suelo industrial para atraer industrias. Según Brown (2005), existe la necesidad de lograr una situación que posea la mayor accesibilidad posible hacia y desde los centros de origen y destino de los diversos flujos, lo que se consigue por medio de la conexión con los sistemas de transporte y comunicación.

De este modo, predomina en general una localización periférica en las industrias llegando a un acuerdo entre usos de suelo urbano (terciario, transporte, residencia) y usos rurales (agricultura). Estos estudios ayudan a entender los mapas industriales, en los que se refleja la acumulación de empresas en ciertos territorios frente a su escasez en otros. Si varias empresas deducen que pueden obtener algún ahorro, por ejemplo en el coste de producción, si se localizan juntas, buscarán localizarse en aquel punto en que el ahorro sea superior al coste de transporte adicional que habrían de pagar (Hormigo, 2011; Pons, 2008).

Además, al coste del suelo hay que añadir los costes de las infraestructuras. Por ello, Hormigo (2011) considera que el coste del emplazamiento dependerá de la ubicación y de la existencia o no de las infraestructuras necesarias en la zona, o al menos en parte de esta, infraestructuras que suponen una parte de las economías de localización para la empresa. En el caso de las infraestructuras asociadas a la localización de puertos secos estas son muy restrictivas.

Sin embargo, el transporte no garantiza el desarrollo de las regiones si no se planifican las infraestructuras adecuadas, y sin los medios de transporte acordes con las mercancías a movilizar, que podrían limitar el desarrollo (Schweitzer, 2011). Las infraestructuras establecen potencialidades territoriales derivadas de la accesibilidad, conexión e interrelación, capaces de crear una serie de ventajas comparativas territoriales (Gómez y Delgado, 1998). Por eso, las industrias están localizadas generalmente junto a los ejes de transporte, pues por lo común, una mayor distancia supone mayores costes y menores contactos. Se puede decir que la accesibilidad aumenta en torno a las grandes aglomeraciones, y disminuye a medida que la distancia aumenta. Este gradiente de accesibilidad no se reduce uniformemente sino que alcanza unos valores máximos en los ejes y puntos de transporte privilegiados disminuyendo en los espacios intersticiales (Brown, 2005).

Esta accesibilidad repercute en los costes de transporte, factor clave que implica la distancia como se ha visto en diversas teorías de localización, que estos dependen de tres

factores (Hormigo, 2011): la estructura de los costes de transportes (larga distancia) y las tarifas decrecientes con la escala; el modo de transporte y los flujos y tipo de mercancía; el volumen y el peso de la mercancía, dado que a mayor volumen hay menos costes unitarios.

Obviamente, la evolución de los transportes ha dado lugar a cambios en las pautas de localización. Así, la localización industrial ha evolucionado en paralelo al desarrollo de los transportes, desde unas primeras etapas industriales marcadas por la localización en puertos y junto a ríos navegables, hasta épocas posteriores de localización más flexible gracias al ferrocarril. En tiempos recientes, otros transportes (vehículos a motor, aviación) han generado una localización industrial más autónoma y descentralizada (Sobrinho, 2001; Hormigo, 2011; Pons, 2008).

Como puede apreciarse hasta ahora, en la mayoría de los análisis sobre la localización de una nueva infraestructura, la puesta en funcionamiento de una nueva red o la incorporación de mejoras técnicas en los diferentes módulos del sistema de transporte, se suele suponer el brote de una serie de efectos positivos, tanto desde el punto de vista social como económico (Blanco, 2010). Es habitual, en consecuencia, que se analice la política de transporte como una política relativamente autónoma, desconociendo el ámbito más amplio de las políticas territoriales en que se inscribe, de manera implícita o explícita. En este marco, Blanco (2010), presenta la discusión sobre el carácter estructurante del transporte para analizar críticamente la noción de impacto y sus implicaciones sobre la planificación.

También hay que tener en cuenta el enfoque de Bosque et al. (1999; 2000; 2001; 2002; 2006), para los cuales una actividad debe establecerse según los usos más apropiados para cada porción de territorio pero sin perder de vista dos conceptos claves. El primero es la justicia espacial como la búsqueda de localizaciones que, resultando beneficiosas de manera general, perjudiquen lo menos posible a las poblaciones de sus alrededores. Una primera formulación de este principio sería colocar las instalaciones no deseables lo más alejadas que sea posible de la población residente en la zona de estudio. Para ello basta, desde un punto de vista operativo, maximizar la distancia en línea recta (se supone que las molestias se difunden de este modo) entre las instalaciones y la población. Más adecuado sería adoptar un enfoque multicriterio; la localización óptima debería basarse, como mínimo, en dos elementos: por un lado, la mayor lejanía posible de la población residente y potencialmente afectada, y, por otra parte y simultáneamente la mayor cercanía posible de los productores y usuarios de la instalación. Junto a este planteamiento sobre la eficiencia espacial cabría añadir otro principio, el de *justicia espacial*. Si bien hace referencia al grado de igualdad en la distribución de los servicios que presta cada instalación entre la población, lo que subyace en este contexto es la idea de que no deben existir concentraciones excesivas de las instalaciones no deseables en una zona de la región de estudio.

Además, las instalaciones deben producir el menor impacto en los ciudadanos, causándoles el menor trastorno posible, y minimizando los cambios en sus costumbres, siempre buscando el bienestar de la comunidad. Un buen diseño debe comenzar por comprender la idiosincrasia del lugar, integrando los valores culturales y costumbristas del lugar, lo que permite una rápida y profunda aceptación (Palomino et al., 2012).

Así, como apuntan Plata, Gómez y Bosque (2010), mediante la incorporación, no solo de criterios económicos, sino también de criterios ambientales y sociales en los procesos de planificación, se está caminando hacia un desarrollo territorial sostenible, el cual pretende “alcanzar un equilibrio a largo plazo entre el desarrollo económico, la protección del medio ambiente, el uso eficiente de los recursos y la equidad social”.

Toda esta teoría de localización debe ser tomada en cuenta para determinar la ubicación óptima de nodos de intercambio modal y en el contexto del artículo en los *puertos secos*.

Localización de puertos secos

Para definir el escenario de la investigación se realiza una extensa revisión bibliográfica. Esta revisión se ha resumido en los apartados anteriores y persigue identificar los problemas de la planificación de *puertos secos*. Una vez realizada esta fase, es posible determinar los factores que influyen en la elección de la ubicación de los *puertos secos* en función de sus características y valorar los condicionantes a que se enfrenta la planificación de su ubicación.

En las teorías de localización clásicas revisadas en apartados anteriores se nos habla de la industria o centro de producción a ubicar, de la procedencia de las materias primas, y de la demanda. Pons (2008) propone transformarlos respectivamente en *puerto seco* (como industria a ubicar), *puertos marítimos* (como procedencia de las materias primas) y situación respecto de la demanda. En este trabajo se establece la misma analogía para la construcción del modelo, si bien se realiza una actualización de los criterios que determinan la localización para adaptarlos al caso concreto.

Se establece el conjunto de factores que se detallan a continuación. La forma en que se han agrupado estos factores en categorías de criterios condicionantes busca generar grupos con una homogeneidad moderada pero una estructura muy clara. Para ello, se han seleccionado los criterios según sean ambientales, económicos o sociales y un apartado especial para las variables relacionadas con la localización espacial. En la Cuadro 1 se presenta el conjunto de variables agrupado.

Cuadro 1. Factores que influyen en la localización de puertos secos. Fuente: Elaborado sobre información reunida por el autor

Criterios ambientales	Criterios económicos
<p>* Protección ambiental</p> <p>1) Impacto sobre el medio natural:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Ruido (medio natural) · Residuos (medio natural) · Efecto barrera (medio natural) <p>2) Impacto sobre el medio urbano</p> <ul style="list-style-type: none"> · Ruido (medio urbano) · Residuos (medio urbano) · Efecto barrera (medio urbano) · Efecto en el tráfico por carretera <p>3) Afección hidrológica</p>	<p>1) Precio del suelo</p> <p>2) Cercanía de la demanda</p> <p>3) Disponibilidad de mano de obra</p> <p>4) Disponibilidad de tecnología</p> <p>5) Costes</p>
Criterios sociales	Localización
<p>1) Rango del municipio de acogida</p> <p>2) Entorno legislativo</p> <ul style="list-style-type: none"> · Disposiciones políticas · Posibilidad de crecimiento de la instalación (por razones sociales) 	<p>1) Accesibilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> · A la red ferroviaria · A las principales carreteras de alta capacidad · A aeropuertos · A puertos marítimos · A la dotación de suministros y servicios <p>2) Clima</p> <p>3) Orografía</p> <p>4) Geología</p> <p>5) Distancia a otras plataformas logísticas</p> <p>6) Posibilidad de crecimiento de la instalación (por razones físicas)</p>

Variables seleccionadas

Las variables utilizadas en los problemas de localización pueden responder a la *capacidad de acogida* o a la *restricción de uso* de la ubicación.

Además, como propone Azcárate (2007), en el diseño de una metodología para la selección del emplazamiento de una instalación no deseada, se realizan una serie de etapas que permiten la jerarquización y ponderación de diversos factores, así como la integración secuencial de los resultados parciales obtenidos. Estas etapas han sido las siguientes:

- » Fase de exclusión: definición de una serie de criterios de carácter excluyente, cuya aplicación determina la eliminación de zonas donde la localización de este tipo de instalaciones no es aceptable.
- » Fase de delimitación: delimitación de un conjunto de factores que nos permiten medir la adecuación de los distintos lugares que han superado los criterios de restricción anteriores.
- » Fase de valoración: selección, entre las zonas con mayor aptitud territorial, de la alternativa más adecuada para la ubicación de la instalación, mediante la aplicación de criterios de valoración.

En este trabajo solo se tienen en cuenta los factores relativos a la restricción de uso que corresponden a las fases de exclusión y delimitación. Estos se presentan en la Cuadro 2. Sin embargo, esto no significa que no haya que tener en cuenta el resto de factores. Se recomienda la realización de la fase de valoración propuesta por Azcárate (2007) a través de un segundo modelo en futuras investigaciones, en el cual intervengan todas las variables recogidas en la Cuadro 1.

Cuadro 2. Factores relativos a la restricción de uso. Fuente: Elaborado sobre información reunida por el autor

Nº	Nombre de la variable	Observaciones
*	Protección ambiental	Es una variable binaria que descarta de forma automática las zonas protegidas
1	Ruido sobre el medio natural	Nivel de ruido medido en dB(A) sobre el medio natural
2	Ruido sobre el medio urbano	Nivel de ruido medido en dB(A) sobre el medio urbano
3	Afección hidrológica	Debe tenerse en cuenta la presencia en la zona de áreas vulnerables como pueden ser ríos, arroyos o lagos que exigirían un control medioambiental intenso de la gestión de los residuos
4	Precio del suelo	Medida de la inversión a realizar
5	Rango del municipio de acogida	Sirve para valorar el tamaño del municipio, el desarrollo futuro del núcleo urbano y de núcleos cercanos a él y el potencial demográfico y económico de la ciudad
6	Accesibilidad a la red ferroviaria	Interesa conocer la accesibilidad a las redes de tráfico de mercancías y de pasajeros, dado que esta última puede servir para aumentar las frecuencias de entradas y salidas de las mercancías al <i>puerto seco</i>
7	Accesibilidad a las principales carreteras de alta capacidad	Interesan únicamente las redes de gran capacidad (autopistas y autovías), dado que serán las únicas capaces de absorber los tráficos de vehículos pesados que se generarán en la zona cercana al <i>puerto seco</i>

8	Accesibilidad a aeropuertos	El volumen de mercancías que se podrá absorber del aeropuerto es relativamente pequeño pero es una modalidad de transporte que va en aumento y que ofrece grandes ventajas a toda zona logística que se encuentre cerca de la zona de influencia
9	Accesibilidad a puertos marítimos	Puede interesar la conexión con un solo <i>puerto marítimo</i> o con un conjunto de ellos. Dependiendo del tipo de <i>puerto seco</i> que queramos planificar, nos interesará primar un rango diferente de distancias a estos puertos marítimos
10	Accesibilidad a la dotación de suministros y servicios	Accesibilidad a las redes de comunicación y a la red eléctrica y a cualquier otro que fuera necesario como agua, saneamientos, etc
11	Clima	En una instalación de este tipo se deben poder desarrollar las actividades el mayor número de días al año. Por ello, el clima debe ser lo menos extremo posible.
12	Orografía	El terreno en el que ubicar un <i>puerto seco</i> debe ser lo más llano posible para reducir la inversión inicial en la fase de construcción y el coste ambiental derivado del movimiento de tierras
13	Geología	El terreno debe tener las características mecánicas para soportar las cargas de los edificios y los contenedores del subsistema de almacenamiento y el paso de vehículos pesados y convoyes de mercancías
14	Distancia a otras plataformas logísticas	Se deben evitar el solapamiento de hinterlands de diferentes plataformas logísticas y la aglomeración de industrias siguiendo el principio de <i>justicia espacial</i> planteado en el apartado 3

Panel de expertos: cuestionario

El cuestionario del DELPHI consta de dos rondas. Se ha seleccionado un grupo amplio de expertos de las diferentes especialidades que confluyen en esta investigación: logística, sostenibilidad, impacto ambiental, planificación de transportes y geografía. Los más de 30 expertos participantes provienen de ámbitos muy diversos como son: empresas privadas, consultoras, la administración y la investigación, con el objetivo de poseer un grupo lo más heterogéneo posible relacionados directamente con el tema a tratar. Con esta selección se busca que los pesos obtenidos sean lo más representativos posibles.

La primera ronda consiste en una tabla en la que se encuentran las variables seleccionadas para ordenarlas de mayor a menor según su importancia y otorgarles un peso.

Tras analizar la información aportada en la primera ronda del cuestionario por todos los expertos que componen el panel del DELPHI, se realiza la segunda. En ella, se les pide revisar los pesos que aportaron en la primera ronda atendiendo a las diferencias que existen entre sus respuestas y las del resto de expertos. Esta segunda ronda del DELPHI consiste, pues, en rellenar una tabla otorgando a cada variable un peso. Este peso puede ser el mismo que propusieron en la primera ronda o diferente si consideran que su opinión puede variar a la vista de los resultados que se adjuntan en el anexo al cuestionario. El objetivo con este segundo cuestionario es tratar de reducir el rango intercuartílico del conjunto de respuestas o, lo que es lo mismo, conseguir el consenso entre los expertos, a fin de poner de manifiesto convergencias de opiniones.

Resultados: variables de localización y su jerarquización

En el Cuadro 3 y el Cuadro 4 se muestran los resultados obtenidos en la primera *ronda* del cuestionario. Para realizar el resumen de los datos se han seleccionado la media aritmética, la mediana, el primer cuartil, el tercer cuartil y el rango intercuartílico.

Se han utilizado simultáneamente la media aritmética y la mediana para aprovechar las potencialidades de cada una. La media aritmética es muy intuitiva para el conjunto de expertos, al tratarse de la medida de tendencia central más usada. Sin embargo, es una medida muy sensible frente a la presencia de datos atípicos. Por ello, para el análisis estadístico riguroso de los datos se opta por el uso de la mediana.

Se selecciona asimismo el rango intercuartílico como medida de variabilidad de los datos. Este se define como la diferencia entre el tercer cuartil y el primer cuartil, es decir: y se utiliza para medir el consenso alcanzado ya que ofrece una idea muy intuitiva de la desviación de los datos respecto de la mediana.

Cuadro 3. Resultados de la primera ronda del cuestionario. Escala de 0 a 10. Fuente: Elaborado sobre información reunida por el autor

Variable	Código de variable	Media	Mediana	Q ₁	Q ₃	Q ₃ -Q ₁
Ruido sobre el medio natural	1	4.80	5.00	3.00	6.25	3.25
Ruido sobre el medio urbano	2	6.30	7.50	4.75	8.00	3.25
Afección hidrológica	3	5.80	6.00	4.75	7.00	2.25
Precio del suelo	4	6.80	7.00	5.00	9.00	4.00
Rango del municipio de acogida	5	5.40	5.00	4.00	7.25	3.25
Accesibilidad a la red ferroviaria	6	9.05	10.00	9.75	10.00	0.25
Accesibilidad a las principales carreteras de alta capacidad	7	9.05	10.00	8.75	10.00	1.25
Accesibilidad a aeropuertos	8	6.15	5.00	4.75	8.00	3.25
Accesibilidad a puertos marítimos	9	8.95	10.00	8.75	10.00	1.25
Accesibilidad a la dotación de suministros y servicios	10	7.60	8.00	7.00	9.00	2.00
Clima	11	4.05	3.00	3.00	5.00	2.00
Orografía	12	5.20	5.00	3.75	7.00	3.25
Geología	13	4.84	5.00	3.00	7.00	4.00
Distancia a otras plataformas logísticas	14	7.90	8.00	7.75	9.00	1.25

El análisis descriptivo de estos datos se realiza mediante diagramas de cajas y bigotes (*boxplots* o *box and whiskers*) con valor de referencia en la mediana, los cuales proporcionan una visión general de la simetría de la distribución de los datos y permiten localizar la presencia de *outliers*.

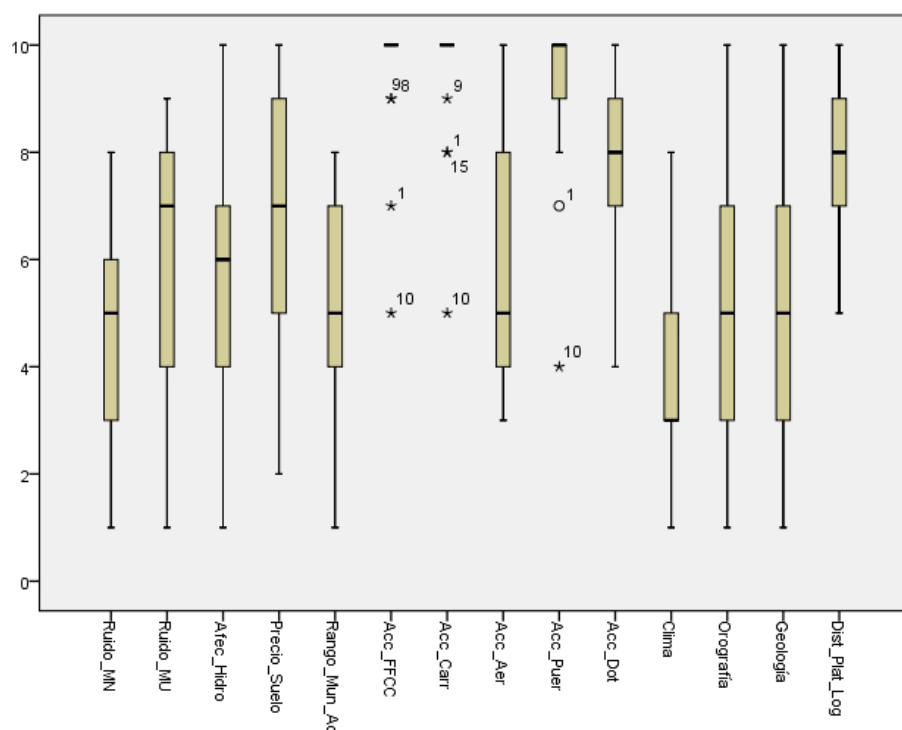


Figura 3. Diagramas de cajas y bigotes de la primera ronda del cuestionario DELPHI. Fuente: Elaborado sobre información reunida por el autor.

Como puede apreciarse en la Figura 3, en esta primera ronda existe un consenso prácticamente total en la necesidad de los *puertos secos* sean accesibles por ferrocarril y carretera, así como de una buena comunicación con los *puertos marítimos*. También existe cierto acuerdo en la importancia de la disponibilidad de servicios y dotaciones y en la influencia que tiene la distancia del *puerto seco* a otras plataformas logísticas. En el resto de variables, el rango intercuartílico demuestra que existe cierta dispersión en las respuestas. Además, todas ellas presentan una importancia menor de acuerdo con las opiniones vertidas por el panel de expertos.

Aunque la formulación teórica del método DELPHI propiamente dicho comprende varias etapas sucesivas de envíos de cuestionarios, de vaciado y de explotación, este estudio se limita a dos etapas, lo que sin embargo no afecta a la calidad de los resultados tal y como lo demuestra la experiencia acumulada en estudios similares (Rowe y Wright, 2001).

Los resultados tras la segunda ronda del cuestionario se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Resultados de la segunda ronda del cuestionario. Fuente: Elaborado sobre información reunida por el autor

Variable	Código de variable	Media	Mediana	Q ₁	Q ₃	Q ₃ -Q ₁
Ruido sobre el medio natural	1	5.00	5.00	4.00	5.00	1.00
Ruido sobre el medio urbano	2	7.05	7.25	6.38	8.00	1.63
Afección hidrológica	3	6.08	6.00	5.38	7.00	1.63
Precio del suelo	4	7.10	7.00	6.75	8.00	1.25
Rango del municipio de acogida	5	5.30	5.00	5.00	6.00	1.00
Accesibilidad a la red ferroviaria	6	9.85	10.00	10.00	10.00	0.00

Accesibilidad a las principales carreteras de alta capacidad	7	9.75	10.00	9.75	10.00	0.25
Accesibilidad a aeropuertos	8	5.75	5.00	5.00	7.00	2.00
Accesibilidad a puertos marítimos	9	9.58	10.00	9.00	10.00	1.00
Accesibilidad a la dotación de suministros y servicios	10	7.88	8.00	7.38	8.00	0.63
Clima	11	3.35	3.00	3.00	4.00	1.00
Orografía	12	5.18	5.00	4.75	5.63	0.88
Geología	13	5.03	5.00	4.00	5.63	1.63
Distancia a otras plataformas logísticas	14	8.05	8.00	8.00	8.00	0.00

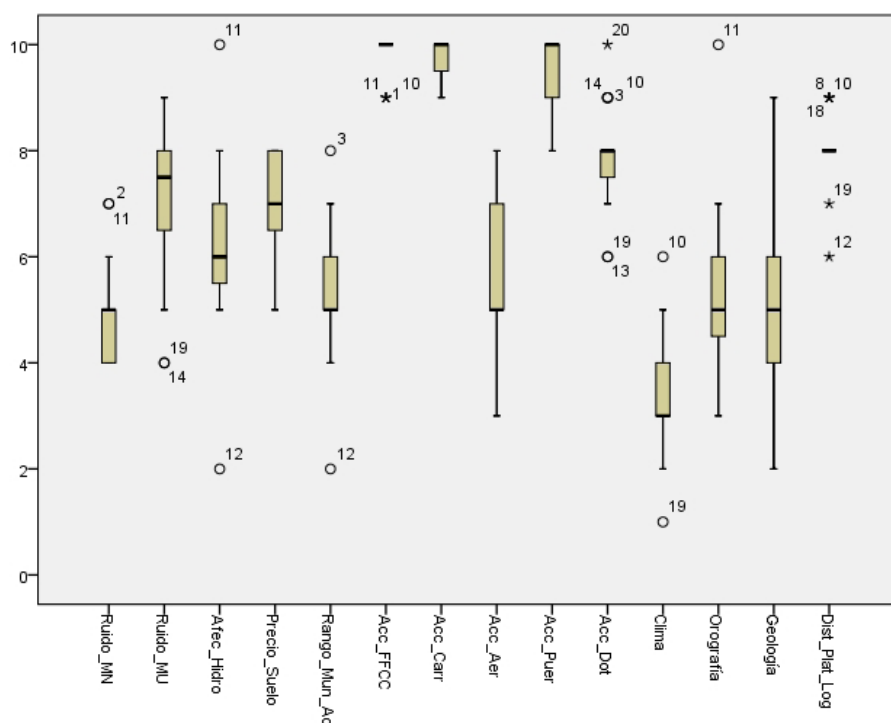


Figura 4. Diagrama de cajas y bigotes de la segunda ronda del cuestionario DELPHI. Fuente: Elaborado sobre información reunida por el autor.

En la Figura 4, se muestran los diagramas de cajas y bigotes obtenidos tras la segunda ronda del cuestionario.

En la Figura 5 pueden verse las desviaciones producidas sobre la media y la mediana entre los resultados obtenidos en la primera ronda y los de la segunda. Puede apreciarse que existe un ajuste de la media, mientras que la mediana es completamente constante salvo para el factor *ruido sobre el medio urbano* en que se ajusta tan solo 0,25 unidades.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en el cuestionario DELPHI, muestran la importancia que tienen las distintas variables que este estudio propone para realizar las fases de exclusión y delimitación del problema de localización de *puertos secos*. La planificación de

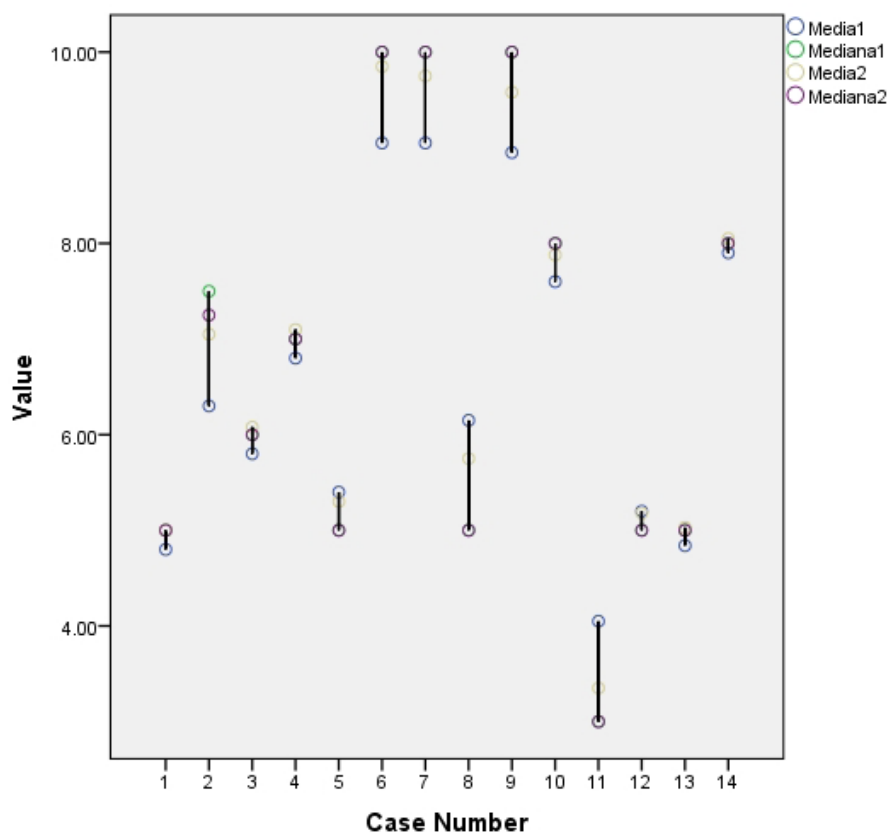


Figura 5. Comparativa de las medias y medianas de las dos rondas del cuestionario DELPHI. Fuente: Elaborado sobre información reunida por el autor.

infraestructuras que se realiza sin herramientas técnicas específicas de apoyo a las decisiones políticas, suele dar como resultado la construcción de infraestructuras que no cumplen los objetivos para los que fueron construidas, como se ha visto en España en los últimos años: aeropuertos sin pasajeros, puertos sin tráfico, puertos secos sin mercancías, etc. Al basar su localización meramente en decisiones políticas sin estudios técnicos y metodológicos sobre criterios de localización, no llegan a funcionar de la manera esperada.

Comparando las tablas de la primera y la segunda ronda se aprecia un importante descenso de los rangos intercuartílicos de todas las variables. Los valores de estos rangos en la segunda ronda son suficientemente buenos como para parar aquí el proceso de consulta a los expertos. En la Figura 6 se muestra de forma gráfica este descenso.

Los factores a los que se da mayor importancia son los relacionados con la accesibilidad territorial, presentando además un consenso prácticamente total. En concreto los factores considerados más importantes por el panel de expertos son: *accesibilidad a la red ferroviaria*, *Accesibilidad a las principales carreteras de alta capacidad* y *Accesibilidad a los puertos marítimos*. Sin embargo, a la *Accesibilidad a aeropuertos* apenas se le da importancia. Es, además, el factor en el que menos acuerdo existe entre los expertos tras la segunda ronda. Esto se debe a que el transporte aéreo es una modalidad de transporte de mercancías aún muy poco utilizada actualmente y extremadamente especializada en el transporte urgente, de mercancías rápidamente perecederas (flores, prensa, etc.) y animales vivos. Todos estos factores que se han tomado de estudios internacionales, partiendo en principio de teorías de localización industrial y evolucionando hacia el concepto de puerto seco, pueden no ser óptimos para la instauración de puertos secos en zonas menos maduras económica y socialmente, y por ende, estas zonas se deberían plantear la misma metodología pero modificando los factores a jerarquizar con un nuevo cuestionario *ad hoc*.

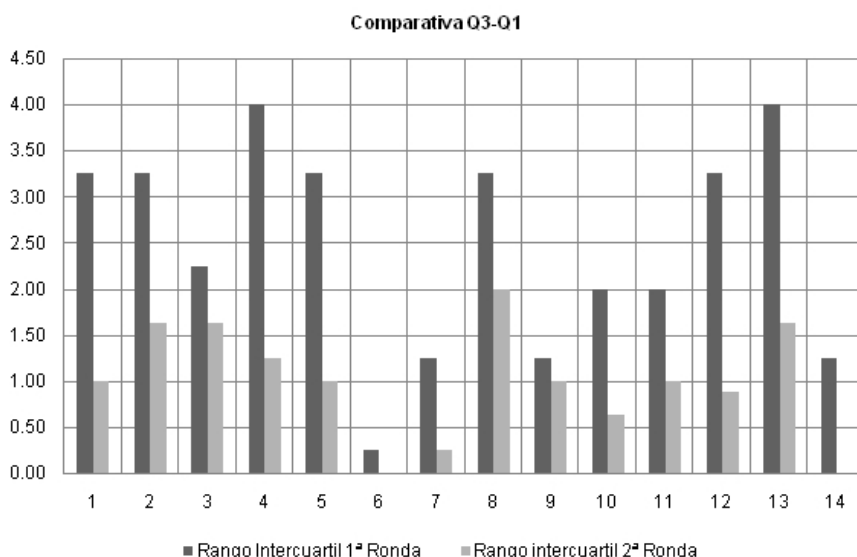


Figura 6. Comparativa entre los rangos intercuartílicos de la primera y segunda ronda del cuestionario. Fuente: Elaborado sobre información reunida por el autor.

Los resultados obtenidos confirman la posibilidad que ofrecen los *puertos secos* de potenciar la eficiencia en el uso de los modos de transporte tanto individualmente como en el marco de una integración intermodal para alcanzar una utilización de recursos óptima y sostenible que pasa por un reequilibrio modal que aumente la contribución del ferrocarril en el transporte de mercancías. En este sentido, la ubicación del *puerto seco* es un factor que determina en gran medida el éxito del trasvase de mercancía de la carretera al ferrocarril que es una de las políticas de transporte prioritaria de la UE.

Por el contrario, el factor al que menos importancia se otorga es el clima. Sin duda alguna, esto se debe a que al aplicarse al caso español, la bondad del clima del país lleva a pensar que *este* no afectará a la operativa. Cabe pensar que el problema planteado en otro entorno podría modificar el peso del factor.

El rango intercuartílico que presenta una mayor disminución entre la primera ronda y la segunda es el del factor *precio del suelo*. Por contra, los que menos se reducen son los de *accesibilidad a la red ferroviaria* (debido a que el consenso era prácticamente total ya en la primera ronda) y *accesibilidad a los puertos marítimos*, así como la *afección hidrológica*.

Como puede apreciarse en la Figura 3, en realidad, la falta de consenso en algunos de los factores responde, sobre todo, a la presencia de casos extremo (*outliers*), muy apartados de la mediana, que alteran mucho el valor del rango intercuartílico, y no tanto una falta de convergencia en la opinión de la mayoría del panel de expertos. Además, la presencia de estos datos atípicos se explica en todos los casos por la especialidad de los expertos. Del estudio en detalle del panel de expertos se aprecia que los especialistas en temas relacionados con el medio ambiente y la sostenibilidad han sido en el estudio los más reticentes a cambiar su opinión sobre el *ruido en el medio natural* o sobre la *orografía* y la *geología*, debido al coste medioambiental que supone el movimiento de tierras.

Un resultado sorprendente del estudio es que al ruido sobre el medio natural se le asigne una importancia menor que al *ruido sobre el medio urbano* dado que la legislación de la mayoría de los países limita más el ruido en zonas medioambientalmente protegidas que en ciudades.

En este artículo se ha querido transmitir la idea de que la determinación de la ubicación más adecuada para situar diversos tipos de instalaciones es un problema geográfico de largo recorrido y pluridisciplinar, con significativas repercusiones económicas, sociales y ambientales. Aunque los resultados revelan una mayor importancia a la hora de buscar la localización de un *puerto seco* a los aspectos tenidos en cuenta en las teorías clásicas de localización industrial, no deben perderse de vista el resto de aspectos, cuestión que se pone de manifiesto a través del cuestionario DELPHI, dado que ningún factor tiene un peso tan pequeño como para ser despreciado.

Bibliografía

- » APARICIO, Ángel (2010). La toma de decisiones en la política española de transporte: aportación y limitaciones de la evaluación de proyectos. *Cuadernos económicos de ICE*, nº 80, Madrid, España. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, p. 115-147.
- » AYDALOT, Philippe (1985). *Economie régionale et urbaine*. Milieux innovateurs en Europe. Paris: Gremi.
- » AZCÁRATE, María Victoria (2007). *Repercusiones sociales de una eficaz gestión de los residuos sólidos urbanos: un ensayo en el municipio de El Espinar (Segovia)*, Obra Social y Cultural de Caja Segovia, 149 pp., Universidad Nacional de Educación a Distancia (España).
- » BALLIS, Athanasios y GOLIAS, John (2002). Comparative evaluation of existing and innovative rail-road freight transport terminals, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 36, nº 7, Amsterdam, p. 593-611.
- » BARBERO, José A. y RODRÍGUEZ, Rodrigo (2012). Transporte y cambio climático: hacia un desarrollo sostenible y de bajo carbono. *Revista Transporte y Territorio*, nº 6, Universidad de Buenos Aires, p. 8-26.
- » BERRY, Brian J.L. (1979). Geographical theories of social change. In *Perspectives in Geography 3: the nature of change in geographical ideas*, Dekalb IL: Northern Illinois University Press.
- » BLANCO, Jorge (2010). Notas sobre la relación transporte-territorio: implicancias para la planificación y una propuesta de agenda. *Revista Transporte y Territorio*, nº 3, Universidad de Buenos Aires, p. 172-190.
- » BOSQUE, Joaquín, DÍAZ, Concepción y DÍAZ, María Ángeles (2002). *De la justicia espacial a la justicia ambiental en la política de localización de instalaciones para la gestión de residuos en la comunidad de Madrid*. *Boletín de la Real Sociedad Geográfica*, vol. 137-138, Madrid, p. 89-114.
- » BOSQUE, Joaquín, GÓMEZ, Montserrat, RODRÍGUEZ, Víctor, DÍAZ, María Ángeles, RODRÍGUEZ, Ana E. y VELA, Antonio (1999). Localización de centros de tratamiento de residuos. Una propuesta metodológica basada en un SIG. *Anales de Geografía*, Universidad complutense, nº 19, p. 295-323.
- » BOSQUE, Joaquín y GARCÍA, Rosa C. (2000). El uso de los sistemas de información geográfica en la planificación territorial. *Anales de Geografía*, Universidad complutense, nº 20, p. 49-67.
- » BOSQUE, Joaquín, GÓMEZ, Montserrat, MORENO, Antonio y DAL POZZO, Francesco (2001). Hacia un sistema de ayuda a la decisión espacial para la localización de equipamientos. *Estudios Geográficos*, vol. 60, nº 241, Madrid, Instituto de Economía, Geografía y Demografía, p. 567-598.
- » BOSQUE, Joaquín, GÓMEZ, Montserrat, PALM, Francisco J. (2006). Un nuevo modelo para localizar instalaciones no deseables: ventajas derivadas de la integración de modelos de localización-asignación y SIG. En Camacho, M.T.; Cañete, J.A.; Lara, J.J. (editores). *El acceso a la información espacial y las nuevas tecnologías geográficas*, Editorial Universidad de Granada, p. 1399-1413.
- » BOURGOIN, Jeremy y CASTELLA, Jean (2011). "PLUP FICTION": landscape simulation for participatory land use Planning in northern Lao PDR. *Mountain Research and Development*, vol. 31, nº 2, Berna, p. 78-88.

- » BROWN, Néstor Duch (2005). *La teoría de la localización*. Documento de trabajo, Universidad de Barcelona.
- » CAMARERO, Alberto y GONZÁLEZ, Nicoletta (2005). *Cadenas integradas de transporte*, Fundación Agustín de Betancourt. Ministerio de Fomento, España, p. 182.
- » CAMARERO, Alberto y GONZÁLEZ, Nicoletta (2007). *Logística y transporte de contenedores*, Fundación Agustín de Betancourt. Ministerio de Fomento, España.
- » CHRISTALLER, Walter (1933). *Central Places in Southern Germany*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., Estados Unidos.
- » COMISIÓN EUROPEA (2000). *IQ – Intermodal Quality. Final Report*, Transport RTD Programme of the 4th Framework Programme – Integrated Transport Chain.
- » COMISIÓN EUROPEA (2001). *European Transport Policy for 2010: Time to decide*. Office for official publications of the European Communities, Luxemburg. White Paper.
- » COMISIÓN EUROPEA (2010). *Expert group 1 «methodology for TEN-T planning (2010)*. Proposal on TEN-T Network Planning.
- » COSTA, María T., SEGARRA, Agustí y VILADECANS, Elisabet (2000). Pautas de localización de las nuevas empresas y flexibilidad territorial, *III Encuentro de economía Aplicada*. Valencia, España.
- » DANIELE, Claudio, MEREB, Juan F., FRASSETTO, Andrea y PÉREZ, Jimena (2012). Estado actual de institucionalización y regulación de la evaluación y gestión ambiental de las obras de transporte en Argentina. *Revista Transporte y Territorio*, nº 6, Universidad de Buenos Aires. p. 52-83.
- » GARDETA, Juan Gabriel (2007). *Principios de la Administración de Empresas para Ingenieros*, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Universidad Politécnica de Madrid, España.
- » GÓMEZ, Gustavo y DELGADO, Ovidio (1998). Espacio, territorio y región: conceptos básicos para un proyecto nacional. *Cuadernos de Geografía*, p. 1-2.
- » GREENHUT, Melvin L. (1956). *Plant Location in Theory and Practice*, New York, 338pp.
- » HANAPPE, Paul (1986). Plantes-formes logistique, centres de logistique, portssecsy. *Recherche Transports Sécurité*, INRETS, Arceuil, Decembre, p. 21-26.
- » HESSE, Markus y RODRIGUE, Jean Paul (2004). The transport geography of logistics and freight distribution, *Journal of Transport Geography*, vol. 12, nº 3, p. 171-184.
- » HESSE, Markus y RODRIGUE, Jean Paul (2006). Global production networks and the role of logistics and transportation, *Growth and Change*, vol. 37, nº 4, p. 499-509.
- » HORMIGO, Juan P. (2011). *La evolución de los factores de localización de actividades*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña. Departamento de Infraestructura del Transporte y del Territorio.
- » HOTELLING, Harold (1929). Stability in competition. *The Economic Journal* vol. 39 n. 153, pp. 41-57, Blackwell Publishing.
- » ISARD, Walter (1956). *Location and Space-Economy, A General Theory Relating to Industrial Location, Market Areas, Land Use, Trade, and Urban Structure*, New

York: The Technology Press of Massachusetts Institute of Technology and John Wiley and Sons, Inc.

- » JARŽEMSKIS, Andrius y VASILIAUSKAS, Aidas (2007). Research on dry port concept as intermodal node, *Transport*, 22(3), pp. 207-213. Transport Research Institute, Vilnius Gediminas Technical University.
- » KOZAN, Erhan (2000). Optimizing container transfers at multimodal terminals, *Mathematical and Computer Modelling*, vol. 31, nº 10-12, p. 235-243.
- » KRUGMAN, Paul R. (1991). *Geography and trade*, MIT Press/Leuven UP, p. 142.
- » LINSTONE, Harold A. y TUROFF, Murray (1975). *The Delphi method: Techniques and applications*. Addison-Wesley Publishing Company, Advanced Book Program.
- » LIZANO, Melvin (2008). *Apuntes sobre teorías de la localización del curso de geografía económica*. Universidad de Costa Rica. Escuela de Geografía Económica.
- » LÖSCH, August (1940). *The Economics of Location*. Traducción al inglés: New Haven, Conn: Yale University Press, 1954.
- » MACCARTHY, Bart L. y ATTHIRAWONG, Walailak (2003). Factors affecting location decisions in international operations—a Delphi study. *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 23, nº 7, p. 794-818.
- » Mc CALLA, Robert J. (2007). Factors influencing the landward movement of containers: the cases of Halifax and Vancouver. In: Wang, J., Olivier, D., Notteboom, T., Slack, B. (Eds.), *Ports, Cities and Global Supply Chain*, first ed. Ashgate, p. 121-137.
- » MINISTERIO DE FOMENTO (2011). *Informe del 3 de junio de 2011 del Observatorio del transporte intermodal terrestre y marítimo*. Ministerio de Fomento, Gobierno de España.
- » MOSELEY, Malcolm J. (1974). *Growth Centres Spatial Planning*. Pergamon Press, 192 pp.
- » MUNFORD, C. (1980). Buenos Aires—Congestion and the dry port solution, Cargo Systems International, *The Journal of ICHCA*, vol. 7, nº 10, p. 26-27.
- » NEWMAN, Alexandra M. y YANO, Candance A. (2000). Scheduling direct and indirect trains and containers in an intermodal setting, *Transportation science*, vol. 34, nº 3, p. 256-270.
- » NOTTEBOOM, Theo E. (2002). Consolidation and contestability in the European container handling industry, *Maritime Policy & Management*, vol. 29, nº 3, p. 257-269.
- » PALOMINO MONZÓN, M. Carmen; ALMAZÁN GÁRATE, José Luis; GONZÁLEZ CANCELAS, Nicoletta y SOLER FLORES, Francisco (2012). Planificación de la integración puerto ciudad: caso de Vigo. *Revista Transporte y Territorio*, nº 7, Universidad de Buenos Aires. p. 150-165. Disponible en: <http://www.rtt.filo.uba.ar/RTT00708150.pdf>
- » PLATA, Wenseslao; GÓMEZ, Montserrat y BOSQUE, Joaquín (2010). Desarrollo de modelos de crecimiento urbano óptimo para la Comunidad de Madrid. *GeoFocus* (Artículos), nº 10, pp. 103-134. ISSN: 1578-5157.
- » PONS, Albert (2008). *Localizaciones óptimas para puertos secos*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña. Departamento de Infraestructura del Transporte y del Territorio.

- » RAVELLA, Olga R., KAROL, Jorge L. y AÓN, Laura C. (2012). Transporte y ambiente: utopías urbanas, ciudades reales, ciudades posibles. *Revista Transporte y Territorio*, nº 6, Universidad de Buenos Aires. p. 27-51.
- » REILLY, William (1931). *The Law of Retail Gravitation*. Texas University, Estados Unidos.
- » RODRIGUE, Jean Paul (2006). Transportation and the geographical and functional integration of global production networks, *Growth and Change*, vol. 37, nº 4, p. 510-525.
- » RODRIGUE, Jean Paul, COMTOIS, Claude y SLACK, Brian (2009). *The geography of transport systems*. Second Edition, New York: Routledge, 352 pp.
- » ROSO, Violeta (2007). Evaluation of the dry port concept from an environmental perspective: A note, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 12, nº 7, p. 523-527.
- » ROSO, Violeta (2008). Factors influencing implementation of a dry port, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 38, nº 10, p. 782-798.
- » ROSO, Violeta; WOXENIUS, Johan y LUMSDEN, Kenth (2009). The dry port concept: connecting container seaports with the hinterland, *Journal of Transport Geography*, vol. 17, nº 5, p. 338-345.
- » ROWE, Gene y WRIGHT, George (2001). Expert opinions in forecasting: The role of the Delphi technique, *International Series in Operations Research and Management Science*, p. 125-144.
- » RUTTEN, Ben J.C.M. (1998). The design of a terminal network for intermodal transport, *Transport Logistics*, vol. 1, nº 4, p. 279-298.
- » SAMPEDRO, José Luis (1957). *Principios de localización industrial*. Editorial Aguilar. 330 pp.
- » SCHWEITZER, Mariana (2011). Alta velocidad ferroviaria: la experiencia en España, Francia y Alemania y los proyectos para argentina. *Revista Transporte y Territorio*, nº 5, Universidad de Buenos Aires. pp. 89-120.
- » SMITH, Margot W. (1979). The Economics of Physician Location, *Western Regional Conference, American Association of Geographers*, Chicago, Illinois.
- » SOBRINO, Jaime (2001). *El contexto espacial de las actividades económicas*. El Colegio Mexiquense, Volumen 30 de Documentos de investigación.
- » SOLER, Francisco (2013). Comunicación personal.
- » TRIP, Jan J.; BONTEKONING, Yvonne (2002) Integration of small freight flows in the intermodal transport system, *Journal of Transport Geography*, vol. 10, nº 3, p. 221-229.
- » VON THÜNEN, Johann H. (1820). *Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und National-oekonomie* (translated by W. B. Dempsey). Peter Hall Ed., Pergamon, 1966.
- » WEBER, Alfred (1929). *Theory of the Location of Industries*. Chicago: The University of Chicago Press (translated by Carl J. Friedrich from Weber's 1909 book).
- » WOXENIUS, Johan (1998). *Development of small-scale intermodal freight transportation in a systems context*. Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden.

Samir Awad Núñez / samir.awad@caminos.upm.es

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad Politécnica de Madrid. Estudiante de Doctorado en Sistemas de Ingeniería Civil en el Departamento de Ingeniería Civil-Transporte y Territorio, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid, con una Tesis Doctoral en el campo de la Geografía del Transporte.

Nicoletta González Cancelas / nicoleta.gcancelas@upm.es

Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad Politécnica de Madrid. Profesor Ayudante Doctor en el Departamento de Ingeniería Civil-Transporte y Territorio, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid. Perteneció al Grupo de Investigación en Ingeniería Marítima y Portuaria.

Alberto Camarero Orive / alberto.camarero@upm.es

Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad Politécnica de Madrid, Licenciado en Economía y Licenciado en Dirección y Administración de Empresas por la Universidad Carlos III de Madrid. Profesor Titular en el Departamento de Ingeniería Civil-Transporte y Territorio, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid.